Boll. Soc. Hist. Nat. Balears, 27 (1983) 77-90. Palma de Mallorca.

DISTRIBUCION DE LOS PIGMENTOS EN EL SUSTRATO ROCOSO DE LA ZONA SUPRALITORAL DEL LITORAL BALEAR.

M. BOSCH[1] e I. MORENO[1]

RESUMEN. Se ha estudiado el contenido de Clorofila "a"/m^2 y el índice D_{430}/D_{665} en el sustrato de seis estaciones en la costa rocosa de Baleares y a lo largo de una cubeta, en relación con la distancia al mar y la altura sobre el mismo. Se discute el valor de los distintos parámetros de la recta logarítmica de regresión de la cantidad de pigmentos con respecto a la distancia al mar y de la curva potencial respecto a la altura sobre el nivel del mar.

SUMMARY. The contents of chlorophyll "a"/m^2 and D_{430}/D_{665} index in the substrata of six stations of the rocky shore of Balearic Island and along a rock pool has been studied in relation to the distance to the sea and to the height from the sea level. The value of the different parameters of the logarithmical equation of the quantity of pigments for the distance and of the potencial curve for the height over sea level is discussed.

RESUM. S'ha estudiat el contingut de Clorofila "a"/m^2 i l'index D_{430}/D_{665} al sustrat de sis estacions a la costa rocosa de Balears i dins una cubeta, en relació amb la distància al mar i a l'altura sobre el nivell d'aquest. Es discuteix el valor dels diferents paràmetres de la recta logarítmica de regresió dels pigments sobre la distància al mar i la curva potencial per a l'altura sobre el nivell del mar.

INTRODUCCION

En un estudio global de la zona supralitoral balear se ha estudiado la distribución de los pigmentos en el sustrato a lo largo de seis transectos perpendiculares al mar en otras tantas estaciones y en el interior de una cubeta. Los

---

[1] Dpto. de Zoología y Biología Marina. Facultad de Ciencias. Palma de Mallorca.



Fig. 1.– Situación de las estaciones de muestreo.

pigmentos de esta zona proceden principalmente de las algas endo y epilíticas que dependen de las salpicaduras que le llegan y son pasto de una densa población de *Littorina neritoides*. Los pigmentos pueden considerarse como indicadores de la producción potencial de la biomasa, estado fisiológico y composición taxonómica de la población (MARGALEF, 1960 a y b, BALLESTER, 1966, 1973, ESTRADA y VALLESPINOS, 1976 y FLOS, 1978) así como exponente del grado de humectación de la zona.

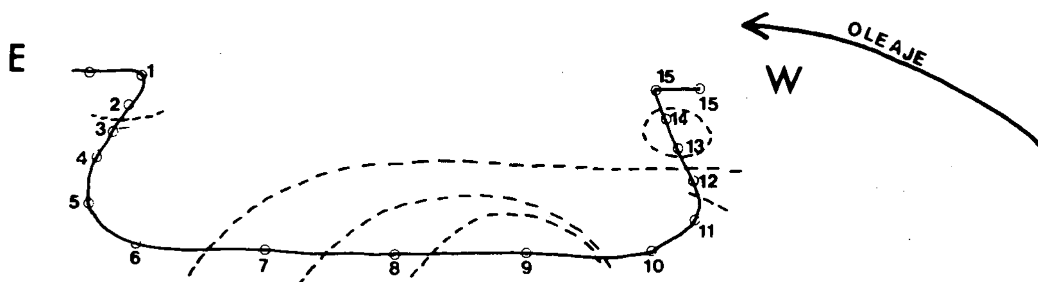


Fig. 2.– Situación de las muestras en la cubeta estudiada.

MATERIAL Y METODOS

Se estudiaron un total de 65 muestras recogidas del 2.6.79 al 24.6.79, 49 de ellas distribuidas en seis estaciones de sustrato calcarenítico (Fig. 1) de las que Ca'n Picafort (*CP*), Son Bauló (*SB*), Colònia de Sant Jordi (*CJ*), Port des Canonge (*PDC*) y Mal Pas (*MP*) están en Mallorca y Punta den Xinxó (*PX*) en Ibiza. Sus características topográficas estan resumidas en la Tabla I. Las 16 muestras restantes se tomaron en el perfil de una cubeta litoral de la estación Colònia de Sant Jordi. (Fig. 2).

Las muestras consisten en trozos de roca, cuya superficie externa estaba cubierta por algas endo y epilíticas y líquenes. La superficie oscilaba aproximadamente entre 6 y 14 cm^2, midiéndose dicha superficie por el método de superposición de papel vegetal milimetrado (MARGALEF, 1959). La extracción de los pigmentos se hizo con metanol durante 24 horas en frio, y la medida por el método espectrofotométrico (TALLING, 1974). De las densidades ópticas medidas se utilizaron las longitudes de onda de 430 y 665 nm, habiéndose hecho la corrección a 750 nm.

Para el calculo de las concentraciones de clorofila "a" se utilizó la fórmula de TALLING y DRIVER (1963), procediendo también a hallar la diversidad de pigmentos mediante el índice D_{430}/D_{665} (MARGALEF, 1960 a y b).

Características de las estaciones

nº muestra	Mal Pas dm	∡	P. d. Canonge dm	∡	Can Picafort dm	∡	Son Bauló dm	∡	C. Sant. Jordi dm	∡	Punta den Xinxo dm	∡
1	1.2	30º	0.7	50º	1.9	5º	1.3	40º	0.3	25º	0.5	30º
2	2	20º	1.5	80º	2.4	3º	1.6	40º	1	15º	1	30º
3	3	20º	3	25º	3.4	2º	1.9	40º	2	10º	1.5	25º
4	4	20º	4	20º	4.4	2º	3	1º	4	10º	2.5	15º
5	6	20º	5.5	20º	5.4	0º	4	4º	6	5º	4	5º
6	8	20º	7	20º	7.4	4º	6.4	5º	9	3º	6	5º
7	10	20º			9	2º	9	10º	20	0º	15	2º
8	14	20º			12	2º	10.5	0º	30	0º	20	2º
9					17	2º	14.5	0º			30	1º

dm: distancia al mar en m.
∡ : pendiente.

RESULTADOS Y DISCUSION

Clorofila "a" (D_{665})

En las figuras 3 y 4 se han representado los valores de clorofila "a" con respecto a la distancia al mar. Excepto en el caso de *PDC* que más adelante comentaremos, el valor máximo corresponde a los puntos más cercanos al mar y va disminuyendo a medida que se aleja del mismo. En las figuras 5 y 6 los valores de clorofila con respecto a la altura sobre el nivel del mar también muestran una tendencia a ir disminuyendo a medida que aumenta la altura. En las estaciones *CP, CJ* y *SB* el gradiente de concentración de clorofila respecto a la distancia al mar, es más pronunciado cuanto más cerca está del mar y se va suavizando a medida que se va alejando. Con respecto a la altura, el gradiente es más pronunciado y constante, lo que se debe a que el perfil de estas estaciones es relativamente plano.

La estación *PX* es la que presenta valores menores de clorofila "a" y gradiente respecto a la distancia al mar menos pronunciado, aunque lo es algo

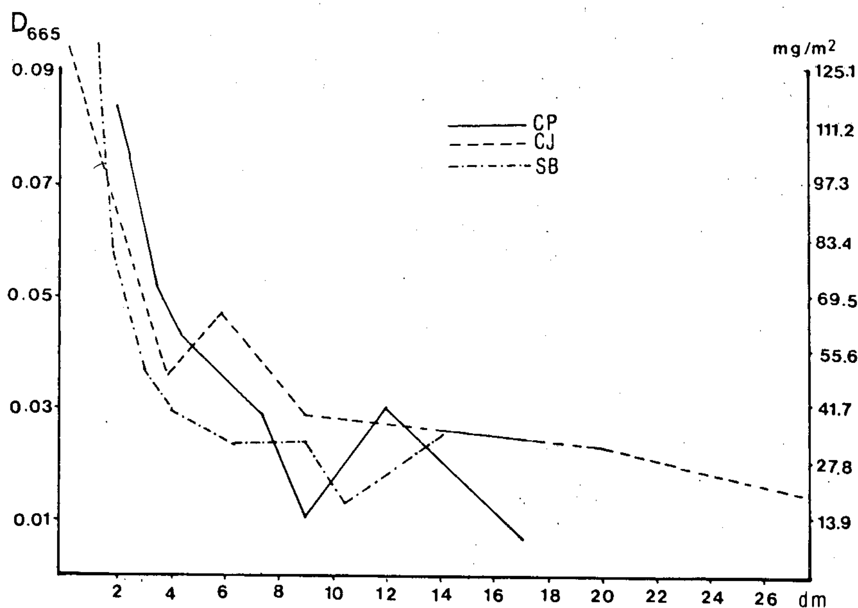


Fig. 3.- Valores de clorofila "a" con respecto a la distancia al mar en Can Picafort, Colònia de Sant Jordi y Son Bauló.

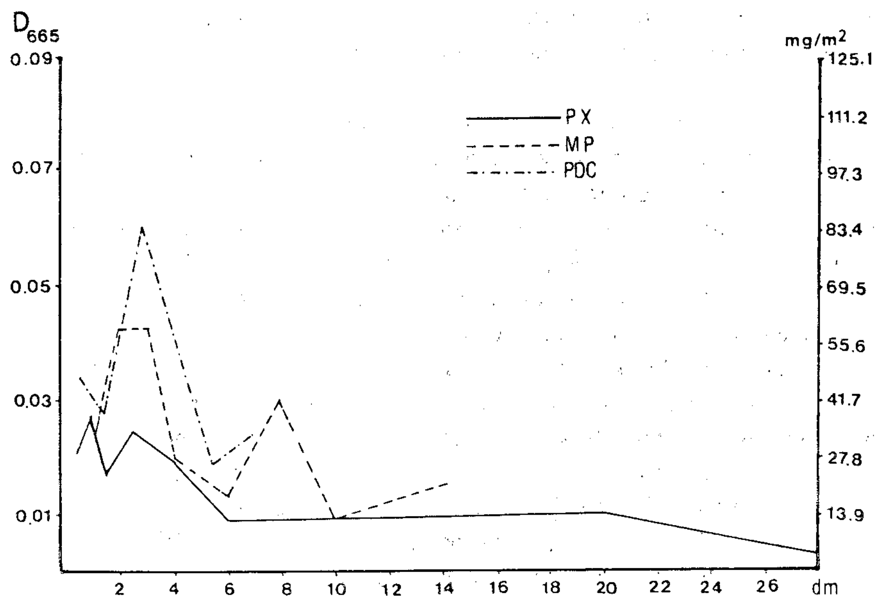


Fig. 4.– Valores de clorofila "a" con respecto a la distancia al mar en Punta den Xinxó, Mal Pas y Port des Canonge.

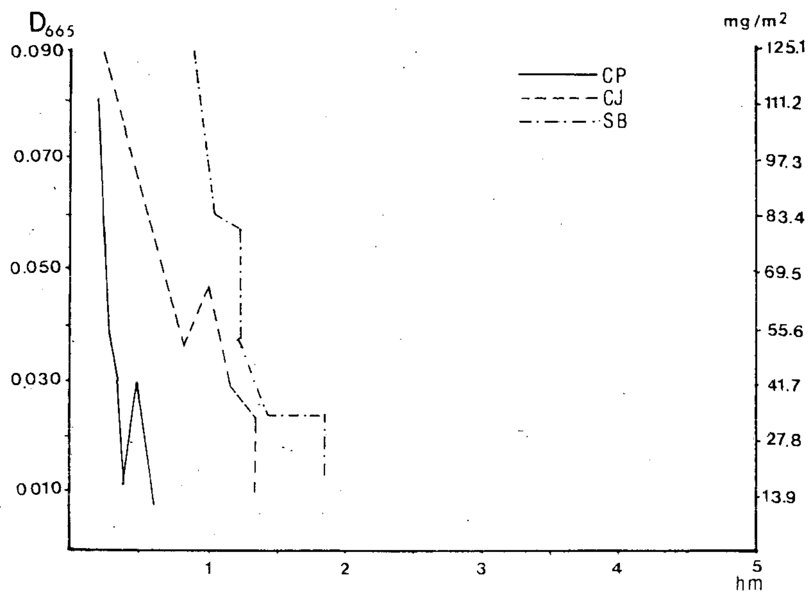


Fig. 5.– Valores de clrofila "a" con respecto a la altura sobre el nivel del mar en Can Picafort, Colònia de Sant Jordi y Son Bauló.

más en las muestras más próximas al agua. Respecto a la altura, hay también un gradiente menos pronunciado, lo que se interpretà como efecto de que esta estación está muy protegida y no llegan las salpicaduras más que en ocasiones de viento fuerte, que humedece casi por igual a toda la extensión de la zona.

La estación *MP* aunque también presenta una tendencia a disminuir con la distancia y altura, se separa bastante del esquema explicado para las otras estaciones. El máximo de clorofila no corresponde al punto más cercano del agua y como en el caso de *PX* las diferencias entre los puntos más o menos alejados en distancia y altura son pequeños, aunque en este caso la pendiente del perfil de la estación es más pronunciada.

Finalmente en la estación *PDC* hay una marcada irregularidad, tanto respecto a la distancia como a la altura, debido también a que por la configuración de la costa las muestras 3 y 4 fueron tomadas en el fondo de una cubeta, que como se verá más adelante al tratar los pigmentos en una cubeta, son más ricos en pigmentos. Por lo demás también esta estación presenta un esquema similar al de *MP,* ambas con una pendiente pronunciada.

Los resultados obtenidos en el estudio de la cubeta han quedado representados en la figura 7 pudiéndose observar un máximo muy marcado en la zona

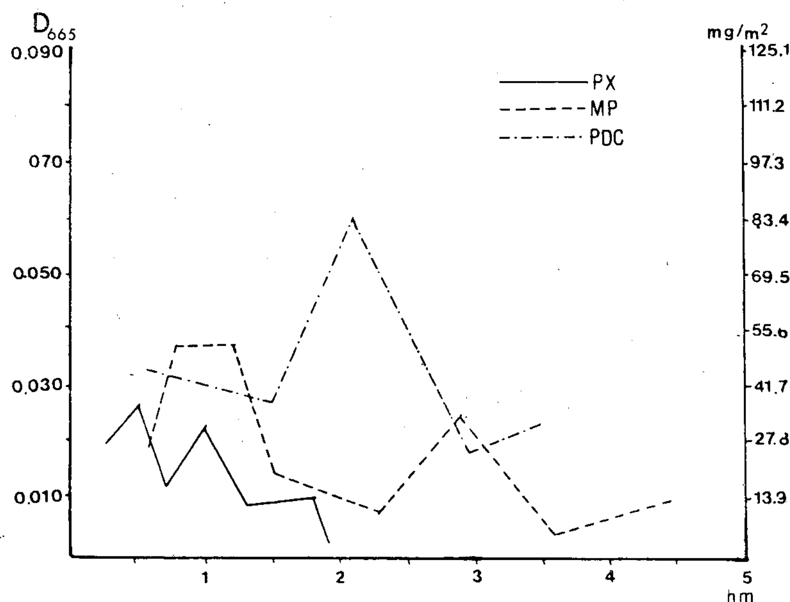


Fig. 6.– Valores de clorofila "a" con respecto a la altura sobre el nivel del mar en Punta den Xinxó, Mal Pas y Port des Canonge.

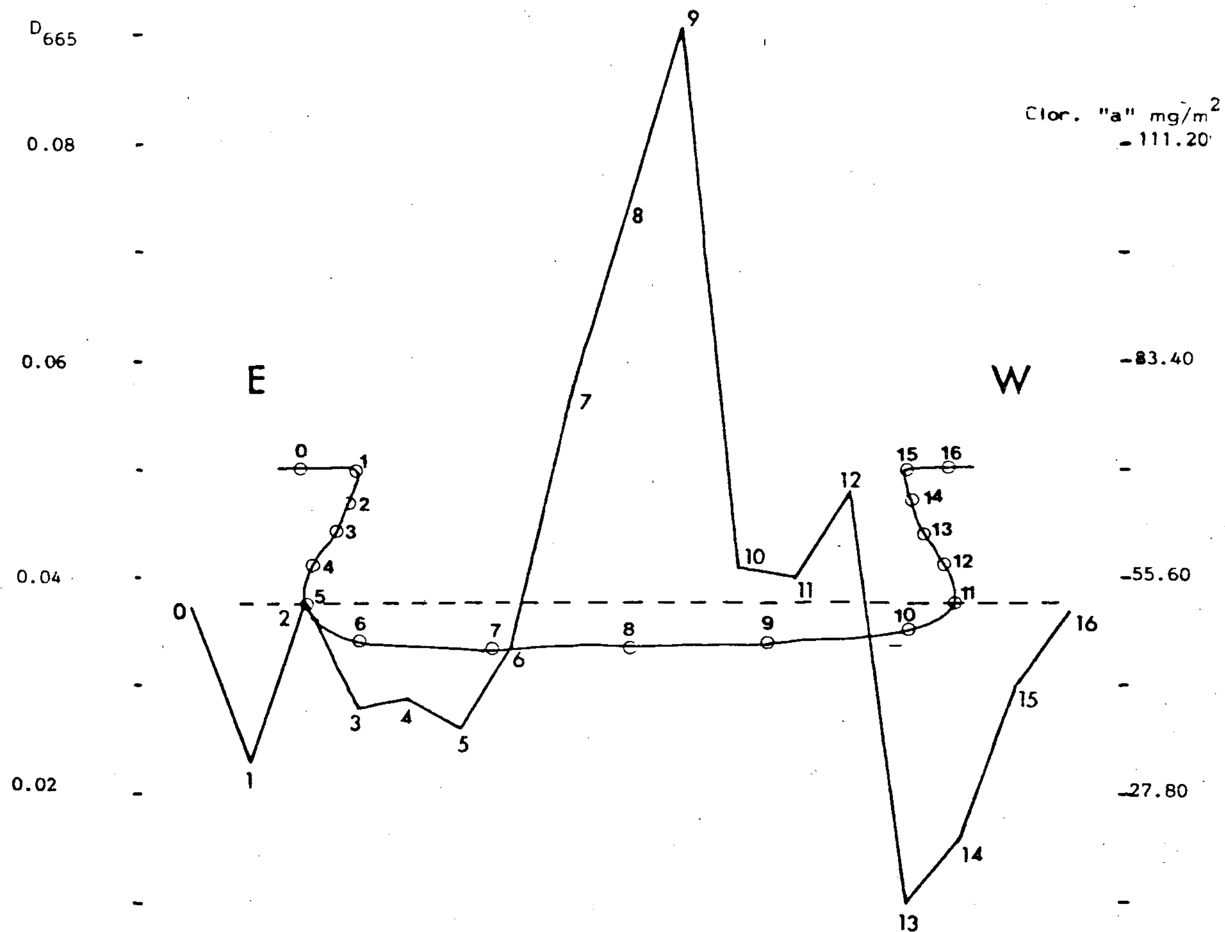


Fig. 7.– Valores de clorofila "a" en la cubeta.

central del fondo de la cubeta frente a los valores de las paredes y bordes. Por otra parte, se refleja una mayor concentración en los bordes que en las paredes. Incluso también es marcada la diferencia entre el comportamiento de los pigmentos entre las dos paredes de la cubeta, donde se marca la direccionalidad del oleaje, ya que la pared orientada al Este recibe más salpicaduras que la que lo está al Oeste, que está más resguardada.

Las ecuaciones de regresión D_{665} sobre la distancia y sobre la altura, más representativas resultaron ser, para el primer caso la recta logaritmica y en el segundo la curva potencial, siendo las ecuaciones globales:

$$D_{665} = 0.055 - 0.014 \; ln \; dm$$

$$D_{665} = 0.024 \; hm^{-0.535}$$

siendo dm y hm la distancia al mar y la altura sobre el nivel del mismo, respectivamente.

Para $D_{665} = a - b \; ln \; dm$, el significado de los coeficientes *a* y *b* parecen estar en el caso de *a* relacionada con el oleaje que recibe la estación y *b* es un indicador de la homogeneidad de las condiciones ambientales de la franja estudiada. Comparando las estaciones de muestreo, se forman los grupos *CP, SB* y *CJ* con valores de *b* elevados y *PX* y *MP* con valores moderados. Dentro del primer grupo *CP* presenta un mayor valor de *a* y *b* lo que se interpreta como que se debe a que es una estación de escasa pendiente y de poco oleaje, por lo que los puntos cercanos al mar están humedecidos por las olas, incluso por las de pequeño tamaño, mientras que a los puntos más alejados no llegan las salpicaduras. *SB* y *CJ* presentan valores de *a* muy parecidos, pero inferiores a los de *CP* lo que puede también interpretarse porque estas tres estaciones, si bién no presentan pendientes acusadas, presentan un escalón en la zona más cercana al mar que solo es superado por las olas algo mayores. Esto queda especialmente claro comparando *CP* y *SB,* estaciones geográficamente muy próximas (Fig. 1), por tanto con un tipo de oleaje muy similar, pero con un valor absoluto de *b* mayor en *CP,* es decir, es menos homogénea que *SB* que presenta un valor absoluto de *b* menor.

Dentro del segundo grupo *PX* y *MP* presentan una exposición al oleaje muy diferente pero como ya se ha indicado, la distinta topografía tiene el mismo efecto sobre el humedecimiento y sequedad de las rocas en esta zona.

Finalmente es de destacar que a pesar de que la zonación propuesta por SCHNEIDER (1976) basada en las cianofíceas endo y epilíticas es muy apreciable

a simple vista, no se han hallado discontinuidades en la concentracion de pigmentos. Comparando nuestros datos con los de VALESPINOS (1976) correspondientes a la zona emergida, estos quedan comprendidos entre los valores hallados por nosotros.

INDICE D_{430}/D_{665}

Este índice nos informa de la relación entre el total de pigmentos y la clorofila "a", y se ha interpretado como inidcador del grado de madurez de la población y el stress al que está sometida (MARGALEF, 1974).

En las figuras 8 a 11 están representados los valores de este índice con respecto a la distancia al mar y a la altura sobre el mismo, estando correlacionados inversamente con los de D_{665}. En *CP, CJ* y *PX* hay un aumento del índice a medida que aumenta la distancia y la altura. En *MP* aunque también se observa la tendencia general, comoocurre en el caso de la clorofila "a"/m^2 muestra una mayor irregularidad en el gradiente con respecto a la distancia.

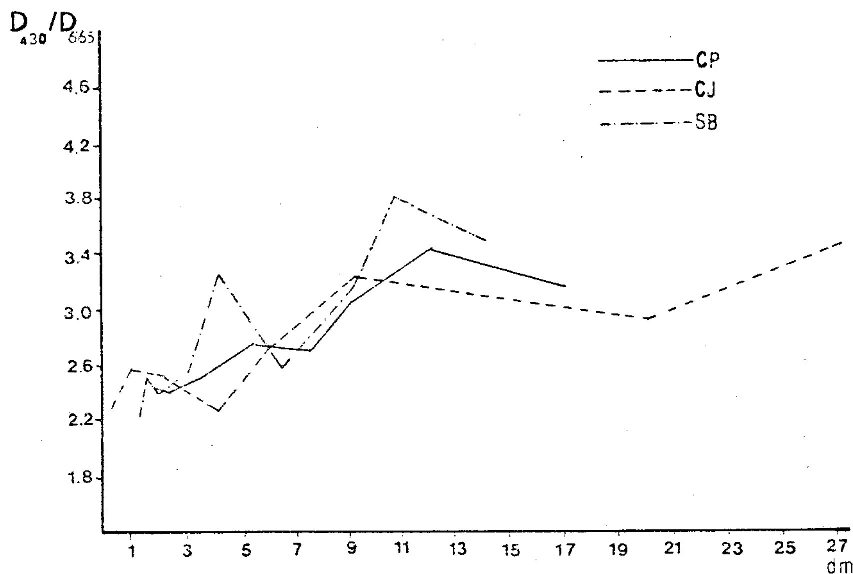


Fig. 8.– Valores del índice D_{430}/D_{665} con respecto a la distancia al mar en Can Picafort, Colònia de Sant Jordi y Son Bauló.

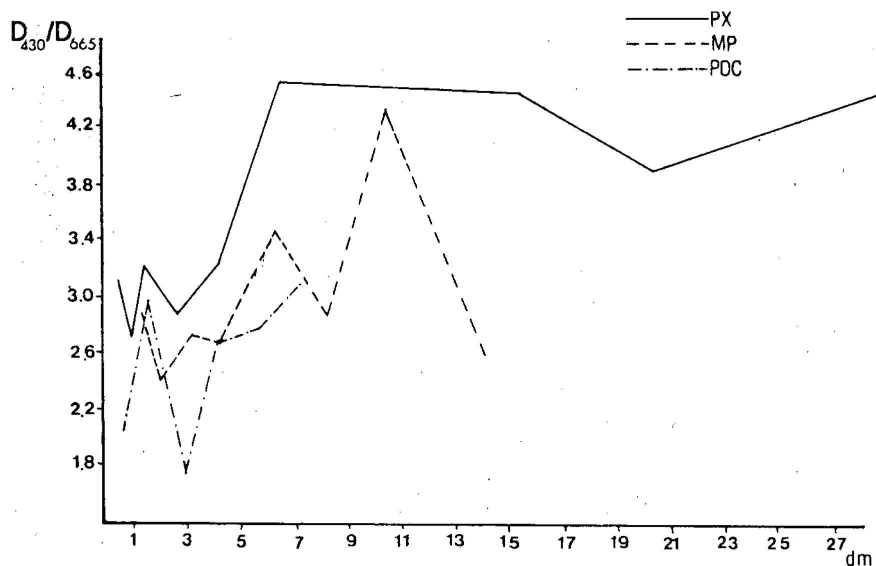


Fig. 9.– Valores del índice D_{430}/D_{665} con respecto a la distancia al mar en Punta den Xinxó, Mal Pas y Port des Canonge.

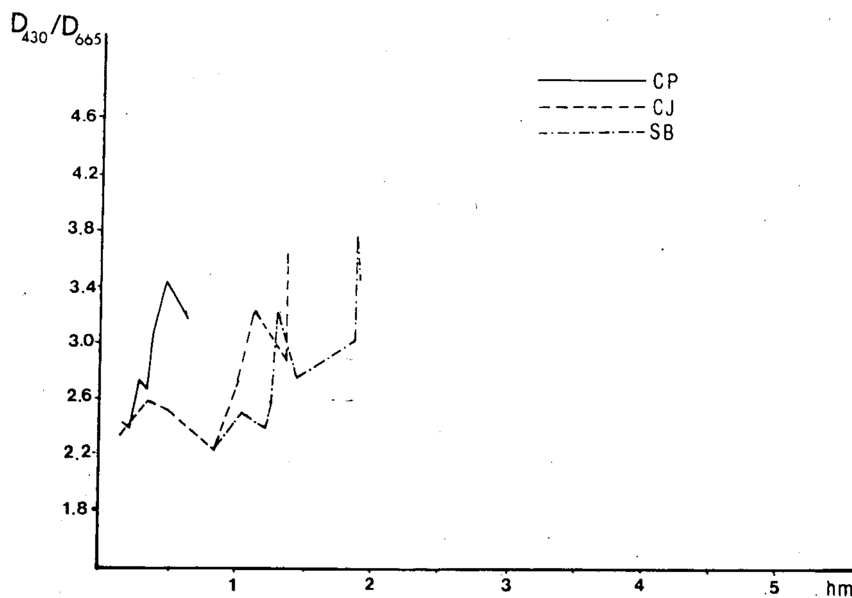


Fig. 10.– Valores del índice D_{430}/D_{665} con respecto a la altura sobre el nivel del mar en Can Picafort, Colònia de Sant Jordi y Son Bauló.

Las peculiaridaes presentadas por *PDC* se explican igual que en el caso anterior de clorofila "a"/m^2.

En el caso de la cubeta (Fig. 12) también se observa la simetría antes citada, ya que las condiciones ambientales de las cubetas están regidas principalmente por el llenado de las mismas por el agua de mar y el agua de lluvia en menor proporción, y posterior evaporación. En general los valores más altos corresponden a los puntos más resguardados debajo de la cornisa y a los de los márgenes. Estos no reciben los efectos de las salpicaduras ni los de la radiación solar directamente, por lo que llegan a producirse estados de stress mayores, como queda reflejado en el alto valor del índice.

En este caso está claro que entre las interpretaciones del significado de este índice, se trata de un exponente del estado de la población, así muestras más alejadas del mar, al estar sometidas a unas condiciones más extremas, puesto que solo son humedecidas esporádicamente por los oleajes más fuertes, sufren mayores mortandades que las que están humedecidas.

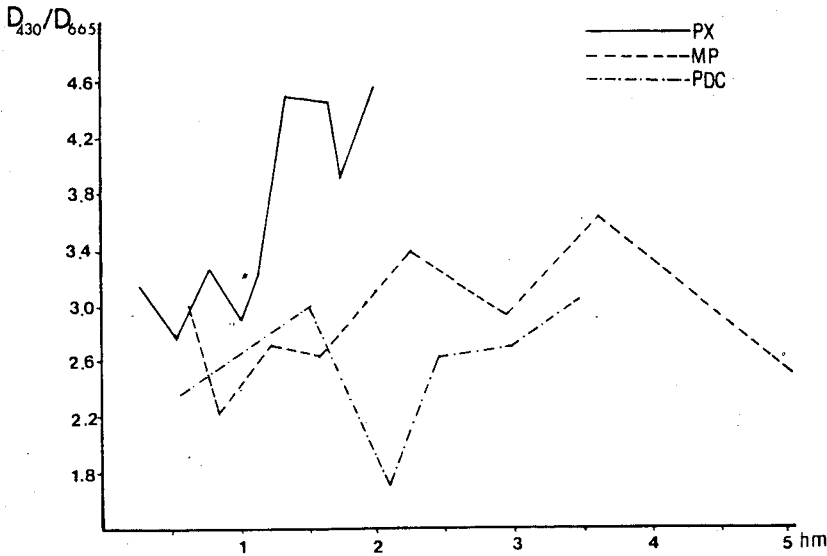


Fig. 11.– Valores del índice D_{430}/D_{665} con respecto a la altura sobre el nivel del mar en Punta den Xinxó, Mal Pas y Port des Canonge.

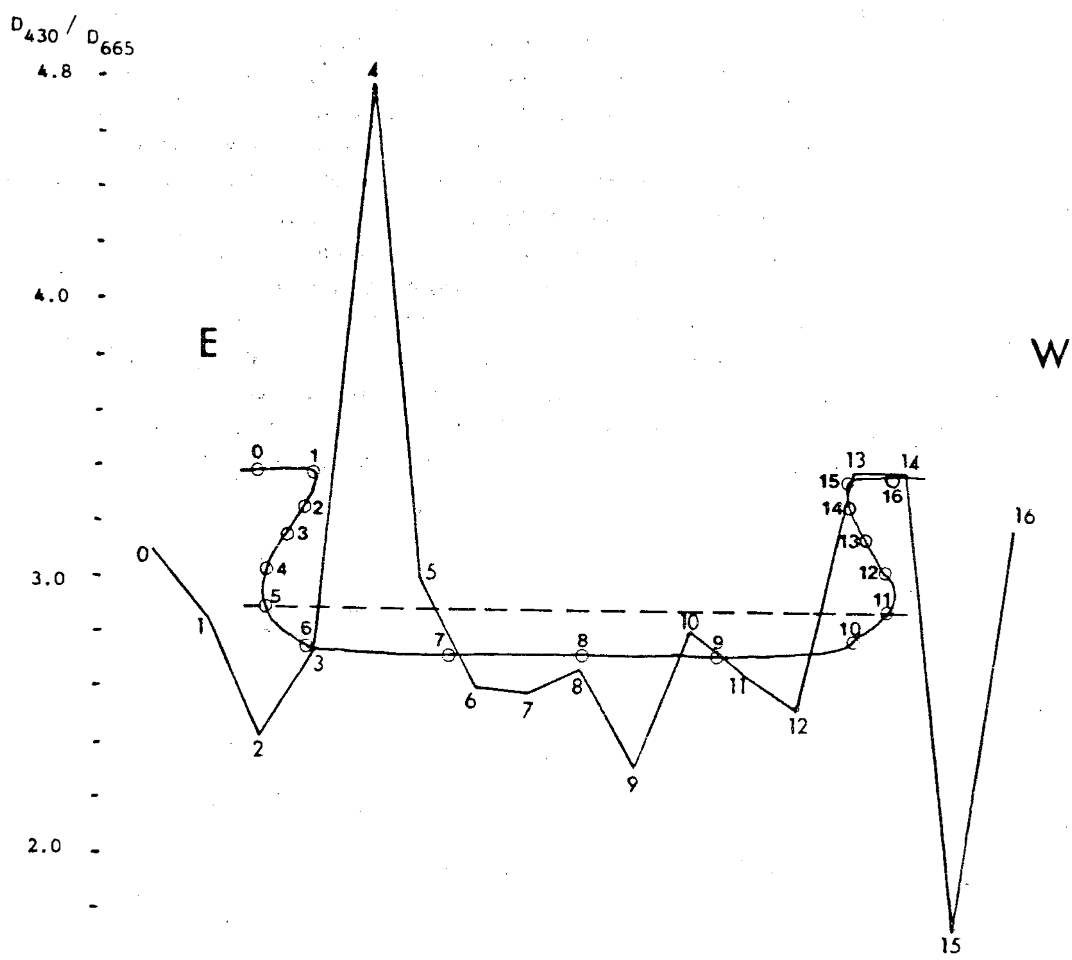


Fig. 12.– Valores del índice D_{430}/D_{665} en la cubeta.

BIBLIOGRAFIA

BALLESTER, A. 1966.– Crítica de los métodos espectrofotométricos y cromatográficos en el estudio de los pigmentos del plancton. *Inv. pesq.* 30: 613-630.

BALLESTER, A. 1973.– Regularidad y heterogeneidad de los pigmentos fotosintetizadores *Inv. Pesq.* 37: 245-293.

ESTRADA, M. y VALLESPINOS, F. 1976.– Estudio estadístico de espectros de absorción de extractos de pigmentos de comunidades de algas macrofitas. *Inv. Pesq.* 40 (1): 53-64.

FLOS, F. 1978.– El análisis de los componentes principales aplicados a una serie de variables espectrales *Inv. Pesq.* 42 (1): 53-64.

MARGALEF, R. 1959.– Pigmentos asimiladores extraídos de las colonias de celentéreos de los arrecifes de coral y su significado ecológico. *Inv. Pesq.* 15: 81-101.

MARGALEF, R. 1960 a.– Valeur indicatrice de la composition des pigments du phytoplancton sur la productivité, composition taxonomique et propietés dynamiques des populations *Rapp. Proc. Ver,* 15 (2): 227-281.

MARGALEF, R. 1960 b.– Recientes progresos en el estudio de comunidades por medio de la extracción de pigmentos *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Biol).* 58: 291-300.

MARGALEF, R. 1974.– *Ecología* Omega Barcelona.

SCHNEIDER, J. 1976.– Biological and Inorganic factors in the destruction of Limestone Coast. *Contr. Sedimentol* 6: 1-112.

TALLING, J.F. y DRIVER, D. 1963.– Some problems in the estimation of chorophyll in phytoplancton *Proc. Conf. Prim, Meas. Mar. and Fresh.* Hawai 1961: 142-146.

TALLING, J.F. 1974.– Photosynthetic pigments. En: *A Manual on Methods for measuring Primary production in Aquatic Environments.* (R.A. VOLLENWEIDER, ed.). pp.: 22-26.

VALLESPINOS, F. 1976.– Comunidades bentónicas de sustrato duro del litoral NE español III Pigmentos y producción *Inv. Pesq.* 40 (2): 515-532.